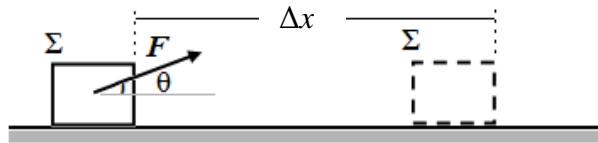


Έργο & Ενέργεια



Έργο Σταθερής Δύναμης



Το έργο μίας δύναμης ισούται με το γινόμενο της συνιστώσας της δύναμης πάνω στη διεύθυνση της μετατόπισης επί το μέτρο της μετατόπισης.

$$W = F \cos \theta \cdot \Delta x$$

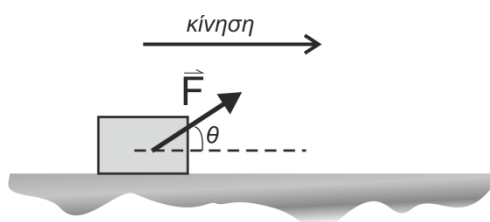
Η ποσότητα του έργου μιας δύναμης εξαρτάται από:

- (α)
- (β)
- (γ)

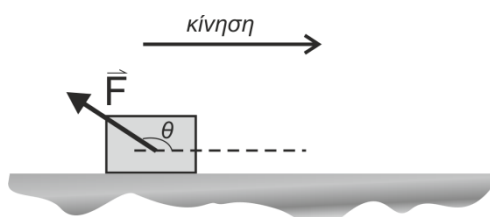
1. Μονάδα μέτρησης του έργου

2. Παραγόμενο και Καταναλισκόμενο Έργο

- (α) Όταν η δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα είναι προς την κατεύθυνση της κίνησής του, η ταχύτητα του σώματος αυξάνεται και το έργο είναι θετικό ή παραγόμενο διότι $v_{\text{τελ}} > v_{\text{αρχ}}$.

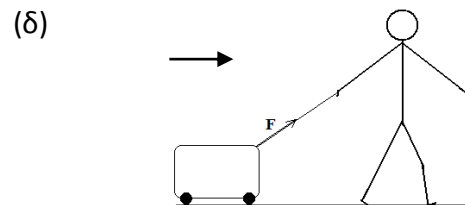
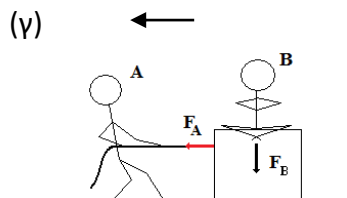
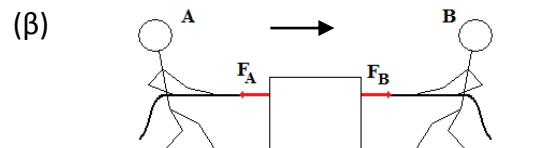
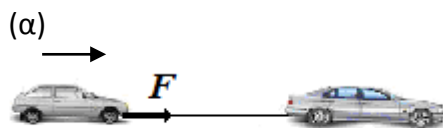


- (β) Όταν η δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα είναι αντίθετη με την κατεύθυνση της κίνησής του, η ταχύτητα του σώματος μειώνεται και το έργο είναι αρνητικό ή καταναλισκόμενο διότι $v_{\text{τελ}} < v_{\text{αρχ}}$.



Όταν προσφέρουμε έργο σε κάποιο σώμα αυτό γίνεται για να αλλάξουμε ή να διατηρήσουμε την κινητική του κατάσταση ή να το μετακινήσουμε. Επομένως, μία δύναμη προσφέρει (ή καταναλώνει) έργο σε ένα σώμα μόνο όταν βρίσκεται στην κατεύθυνση της κίνησής του.

2.1 Ποια ή ποιες δυνάμεις παράγουν ή καταναλώνουν έργο, στα πιο κάτω παραδείγματα; (Η κατεύθυνση της κίνησης καθορίζεται από το βέλος πάνω από κάθε εικόνα.)



2.2 Με βάση τ' αποτελέσματα της παραγράφου 2.1 να εξηγήσετε πότε μια δύναμη παράγει ή καταναλώνει έργο σ' ένα σώμα.

.....



Κινητική Ενέργεια

Ένα σώμα μάζας m που κινείται με ταχύτητα v έχει κινητική ενέργεια που δίνεται από τη σχέση:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

Η κινητική ενέργεια εξαρτάται μόνο από το μέτρο της ταχύτητας και όχι από την κατεύθυνσή της.

1. Μονάδα μέτρησης της κινητικής ενέργειας.

2. Να εξηγήσετε πως μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια ενός σώματος στο οποίο ασκείται σταθερή δύναμη όταν:

(α) το έργο της δύναμης είναι παραγόμενο

.....

(β) το έργο της δύναμης είναι καταναλισκόμενο.

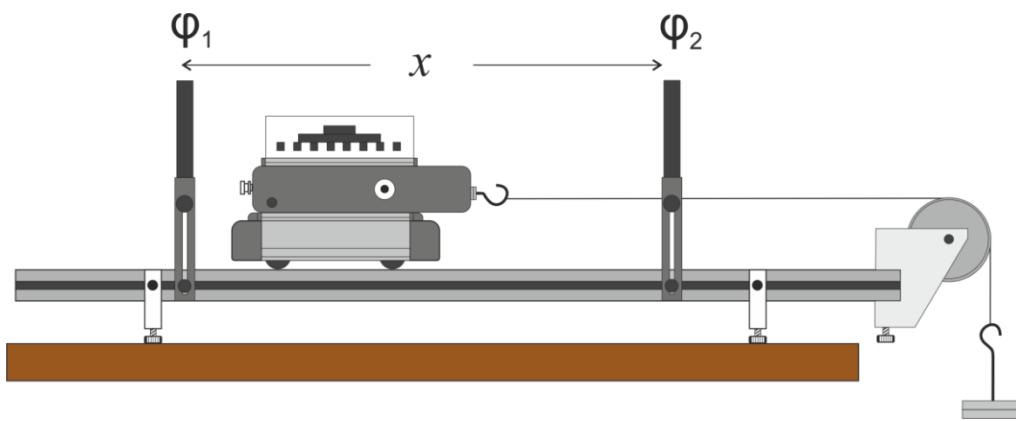
.....

.....



Θεώρημα Έργου - Κινητικής Ενέργειας

Στην πιο κάτω διάταξη η συνισταμένη δύναμη προκαλεί στο αμαξάκι κίνηση προς τα δεξιά. Καθώς το αμαξάκι κινείται περνά μέσα από τις φωτοπύλες φ_1 και φ_2 οι οποίες μπορούν να καταγράψουν το χρόνο που χρειάζεται το πλαστικό πέτασμα για να περάσει μέσα από αυτές. Το δυναμόμετρο που είναι προσαρτημένο πάνω στο αμαξάκι μετρά τη συνισταμένη δύναμη ΣF που ασκείται σ' αυτό. Οι φωτοπύλες απέχουν μεταξύ τους απόσταση x .



1. Καθώς το αμαξάκι περνά μέσα από τις φωτοπύλες καταγράφεται η ταχύτητά του.

$$v_1 = \dots\dots\dots v_2 = \dots\dots\dots$$

2. Η απόσταση μεταξύ των φωτοπυλών είναι $x = \dots\dots\dots$

και η συνιστασμένη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι είναι $\Sigma F = \dots\dots\dots$

3. Από τα αποτελέσματα των μέχρι τώρα μετρήσεων να εξηγήσετε αν το έργο της συνισταμένης δύναμης είναι παραγόμενο ή καταναλισκόμενο.

.....

.....

4. Υπολογίστε το έργο της συνισταμένης δύναμης.

5. Ζυγίστε το αμαξάκι και χρησιμοποιήστε το αποτέλεσμα μαζί με τις τιμές των ταχυτήτων στις φωτοπύλες 1 και 2 για να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του αμαξιδίου (ΔE_k)

$$m = \dots\dots\dots$$

6. Να συγκρίνετε το έργο της συνισταμένης δύναμης με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του αμαξιδίου. Σε τι συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

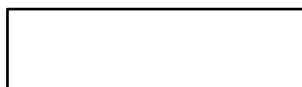
7. Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και τις εξισώσεις κίνησης της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης (κίνηση υπό την επίδραση σταθερής δύναμης) γνωρίζουμε ότι:

$$F=m \cdot a, \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{\tau}-v_{\alpha}}{\Delta t} \quad \text{και} \quad \Delta x = \frac{(v_{\tau}+v_{\alpha})}{2} \Delta t$$

Συνδιάστε τις πιο πάνω εξισώσεις και βρείτε μια καινούρια έκφραση για το έργο σταθερής δύναμης W.

Θεώρημα Έργου – Κινητικής Ενέργειας

.....



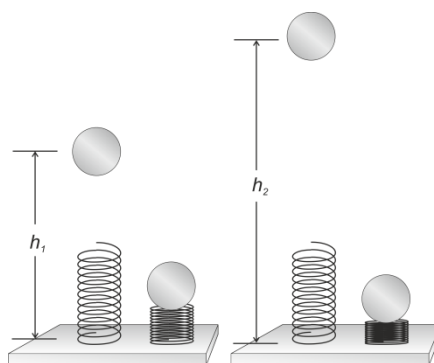
Δυναμική Ενέργεια

Δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα εξαιτίας της θέσης του ή της κατάστασης του.

Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος είναι ίση με το έργο που παράγεται για να έρθει το σώμα στην κατάσταση ή στη θέση στην οποία βρίσκεται.

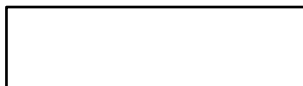
Ένα σώμα μπορεί να έχει τη δυνατότητα να παράξει έργο εξαιτίας της θέσης του σε ένα βαρυτικό πεδίο (βαρυτική δυναμική ενέργεια), σε ένα ηλεκτρικό πεδίο (ηλεκτρική δυναμική ενέργεια) ή σε ένα μαγνητικό πεδίο (μαγνητική δυναμική ενέργεια). Επίσης, ένα σώμα μπορεί να περικλείει ελαστική δυναμική ενέργεια εξαιτίας μιας ελαστικής παραμόρφωσης (ελαστική δυναμική ενέργεια).

Μία μεταλλική σφαίρα που αφήνεται να πέσει από κάποιο ύψος μπορεί παράξει έργο και να συσπειρώσει ένα ελατήριο το οποίο βρίσκεται ακριβώς από κάτω της. Όσο πιο μεγάλο είναι το ύψος από το οποίο πέφτει τόσο περισσότερο θα συσπειρωθεί το ελατήριο.



Από το πιο πάνω παράδειγμα συμπεραίνουμε ότι η δυναμική ενέργεια της σφαίρας εξαρτάται από ύψος h στο οποίο βρίσκεται. Το έργο που καταβάλλουμε ενάντια στη δύναμη του βάρους για να ανεβάσουμε τη σφαίρα σε ύψος h πάνω από το έδαφος είναι ίσο με το έργο που παράγει το βάρος όταν η σφαίρα αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί από το ύψος αυτό.

1. Να βρείτε τη σχέση που δίνει το έργο που παράγει η δύναμη του βάρους πάνω σε ένα σώμα μάζας m το οποίο αφήνεται να πέσει από ύψος h .
2. Να γράψετε τον τύπο της δυναμικής ενέργειας κοντά στην επιφάνεια της γης.



3. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της δυναμικής ενέργειας;

Τρία βιβλία Α, Β και Γ βρίσκονται πάνω στα ράφια μιας βιβλιοθήκης. Τα βιβλία Α και Γ έχουν την ίδια μάζα ενώ το βιβλίο Β έχει διπλάσια μάζα από το βιβλίο Α.

Να συγκρίνετε τη δυναμική ενέργεια των τριών βιβλίων.

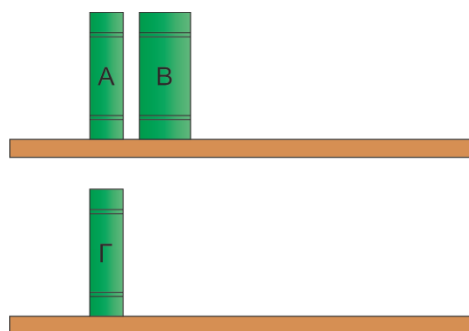
.....

.....

.....

.....

.....





Μηχανική Ενέργεια

Το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας ενός συστήματος ονομάζεται μηχανική ενέργεια.

$$E_M = E_\Delta + E_K$$

1. Να γράψετε τη σχέση που δίνει τη μηχανική ενέργεια ενός συστήματος που κινείται με ταχύτητα u σε ύψος h , πάνω από το επίπεδο αναφοράς.
2. Τι θα συμβεί στην μηχανική ενέργεια ενός συστήματος, όταν δεν ασκούνται σ' αυτό δυνάμεις τριβής και αντίστασης;

Μία ντομάτα μάζας $m=203,87g$ ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u=3,132 \text{ m/s}$. Η ντομάτα θα φθάσει σε ύψος h πάνω από το σημείο που άφησε την παλάμη του χεριού (επίπεδο αναφοράς, $y=0m$) στο οποίο θα σταματήσει στιγμιαία και στη συνέχεια θα κινηθεί επιταχυνόμενη προς τα κάτω μέχρι να πέσει μέσα στην παλάμη του χεριού. Να θεωρήσετε την τριβή με τα στρώματα του αέρα και την αντίσταση αμελητέες.

2.1 Με τι ισούται η μηχανική ενέργεια της ντομάτας:

(α) στο επίπεδο αναφοράς

(β) στο ψηλότερο σημείο της διαδρομής της;

- 2.2 Να υπολογίσετε το έργο του βάρους της ντομάτας από τη στιγμή που φεύγει από την παλάμη του χεριού μέχρι το σημείο που σταματά στιγμιαία.

- 2.3 Πόσο είναι το ύψος στο οποίο θα φτάσει η ντομάτα;

- 2.4 Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια της ντομάτας στο ψηλότερο σημείο της διαδρομής της.

- 2.5 Να δώσετε μια ερμηνεία για τα πιο πάνω αποτελέσματα.

.....

.....

Γενικό Συμπέρασμα

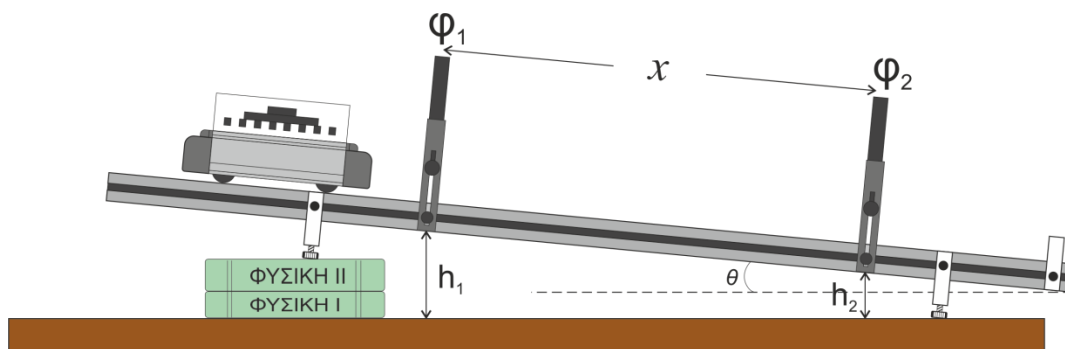
.....

.....

.....

Το πιο πάνω συμπέρασμα αποτελεί τι θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

3. Στην πιο κάτω πειραματική διάταξη το αμαξάκι αφήνεται να κινηθεί ελεύθερο, υπό την επίδραση της δύναμης του βάρους του, πάνω στο διάδρομο. Οι φωτοπύλες φ_1 και φ_2 που βρίσκονται σε δύο σημεία στο διάδρομο που απέχουν μεταξύ τους απόσταση x και βρίσκονται σε ύψος h_1 και h_2 αντίστοιχα από την επιφάνεια του τραπέζιου μπορούν να μετρήσουν τη μέση ταχύτητα του αμαξακίου όταν περνά μέσα από αυτές. Όταν η απόσταση x μεταξύ των φωτοπυλών είναι μικρή ($x < 0,5m$) η τριβή με το διάδρομο είναι μικρή.



- 3.1 Να περιγράψετε μια διαδικασία χρησιμοποιώντας την πιο πάνω διάταξη με την οποία να μπορείτε να επαληθεύσετε το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας. Ποια φυσικά μεγέθη πρέπει να μετρήσετε;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 3.2 Να γράψετε τις εξισώσεις της μηχανικής ενέργειας του αμαξακίου στις θέσεις που βρίσκονται οι φωτοπύλες φ_1 και φ_2 .

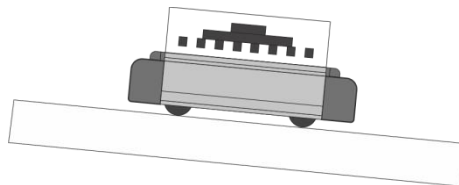
3.3 Αν γνωρίζετε την ταχύτητα του αμαξακίου στη θέση 1 και τα ύψη h_1 και h_2 , μπορείτε να προβλέψετε την ταχύτητά του στη θέση 2;

.....
.....

3.4 Να κάνετε τις κατάλληλες μετρήσεις και υπολογισμούς για να απαντήσετε ποσοτικά το ερώτημα 3.3.

3.5 Να υπολογίσετε το έργο της συνισταμένης δύναμης κατά μήκος της απόστασης μεταξύ των φωτοπυλών φ_1 και φ_2 ; [Ζυγίστε πρώτα το αμαξάκι.]

3.6 Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο αμαξάκι. Να θεωρήσετε την τριβή αμελητέα.



3.7 Ποια ή ποιες δυνάμεις παράγουν έργο πάνω στο αμαξάκι;

.....
.....

3.8 Αν γνωρίζετε τη γωνία κλίσης θ του διαδρόμου, μπορείτε να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας; Να κάνετε τους κατάλληλους υπολογισμούς και στη συνέχεια να συγκρίνετε το αποτέλεσμα με η θεωρητική τιμή.